

# ELECTROLUMINESCENT DEVICE, MANUFACTURING METHOD OF ELECTROLUMINESCENT DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT

Publication number: JP2004247137 (A)

Publication date: 2004-09-02

Inventor(s): KOBAYASHI HIDEKAZU

Applicant(s): SEIKO EPSON CORP

Classification:

- international: H01L51/50; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/24; H01L51/50; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/24; (IPC1-7): H05B33/14; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/24

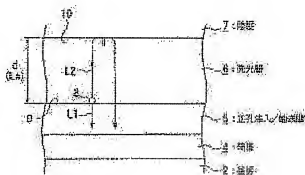
- European:

Application number: JP20030035120 20030213

Priority number(s): JP20030035120 20030213

## Abstract of JP 2004247137 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electroluminescent device which can be easily manufactured at low cost and with chromaticity improved. ; SOLUTION: The electroluminescent device is provided with a luminescent layer 6, whose film thickness d is set based on a wavelength of light emitted from a luminescent area 8 in the luminescent layer 6. The film thickness d is so set as to have a specific wavelength reinforced by a secondary interference of the light emitted from the luminescent area 8. ; COPYRIGHT: (C) 2004,JPO&NCIPI



Family list

1 application(s) for: JP2004247137 (A)

**1 ELECTROLUMINESCENT DEVICE, MANUFACTURING METHOD  
OF ELECTROLUMINESCENT DEVICE AND ELECTRONIC  
EQUIPMENT**

Inventor: KOBAYASHI HIDEKAZU

Applicant: SEIKO EPSON CORP

EC:

IPC: H01L51/50; H05B33/10; H05B33/12; (+11)

Publication info: JP2004247137 (A) — 2004-09-02

---

Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-247137

(P2004-247137A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/14	H 0 5 B 33/14	3 K 0 0 7
H 0 5 B 33/10	H 0 5 B 33/10	
H 0 5 B 33/12	H 0 5 B 33/12	B
H 0 5 B 33/24	H 0 5 B 33/24	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-35120 (P2003-35120)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成15年2月13日 (2003.2.13)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉
		(72) 発明者	小林 英和
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム (参考)	3K007 AB02 AB03 AB04 AB11 DB03 FA01

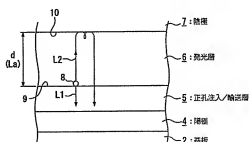
(54) 【発明の名称】 エレクトロルミネッセンス装置、エレクトロルミネッセンス装置の製造方法、電子機器

## (57) 【要約】

【課題】低コストで容易に製造でき、しかも色度を向上することができるエレクトロルミネッセンス装置を提供する。

【解決手段】エレクトロルミネッセンス装置は発光層6を有しており、発光層6内の発光領域8から発光される光の波長に基づいて膜厚dが設定されている。膜厚dは、発光領域8から発光される光の2次干渉により特定波長が増強されるように設定されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置において、前記発光層内の発光領域から発光される光の波長に基づいて、該発光層の膜厚が設定されていることを特徴とするエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 2】

前記発光領域から発光される光の 2 次干渉により該光のうちの特定波長が増強されることを特徴とする請求項 1 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 3】

前記発光層の屈折率に応じた該発光層の膜厚方向における光学距離と前記波長とに基づいて、前記膜厚が設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 4】

前記発光領域から青色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が 150 ~ 210 nm の範囲に設定されていることを特徴とする請求項 3 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 5】

前記発光領域から緑色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が 170 ~ 230 nm の範囲に設定されていることを特徴とする請求項 3 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 6】

前記発光領域から発光される光の波長に対して、前記発光層から射出される光の波長を補正するように、前記膜厚が設定されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 7】

前記発光領域から赤色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が 120 ~ 200 nm の範囲に設定されていることを特徴とする請求項 6 記載のエレクトロルミネッセンス装置。

## 【請求項 8】

発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置の製造方法において、前記発光層内の発光領域から発光される光の波長に基づいて、該発光層の膜厚を設定することを特徴とするエレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 9】

前記発光領域から発光される光の 2 次干渉により該光のうちの特定波長を増強するように前記膜厚を設定することを特徴とする請求項 8 記載のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 10】

前記発光層の屈折率に応じた該発光層の膜厚方向における光学距離と前記波長とに基づいて、前記膜厚を設定することを特徴とする請求項 8 又は 9 記載のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 11】

前記膜厚を調整し、前記発光領域から発光される光の波長に対して、前記発光層から射出される光の波長を補正することを特徴とする請求項 8 又は 9 記載のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法。

## 【請求項 12】

請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか一項記載のエレクトロルミネッセンス装置を備えることを特徴とする電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置、エレクトロルミネッセンス装置の製造方法、並びにエレクトロルミネッセンス装置を備えた電子機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

次世代の表示装置としてエレクトロルミネッセンス（EL；electroluminescence）装置が期待されている。EL装置は発光物質を含む発光層を陽極及び陰極で挟んだ構成の発光素子を有しており、陽極側から注入された正孔と陰極側から注入された電子とが発光層内で再結合し、励起状態から失活する際の発光現象を利用している。下記特許文献には光共振器を用いて発光光の特定波長を増強するEL装置に関する技術が開示されている。

【0003】

【特許文献1】

特開平11-288786号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術は、発光光のうちの特定波長を共振させることで発光光の色度を向上しようとするものであるが、EL素子を用いてフルカラーディスプレイを製造する際、赤（R）、緑（G）、青（B）それぞれの画素毎に最適化された共振器を設けなければならないため、製造工程が複雑になり高コスト化するという問題が生じる。

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、低コストで容易に製造でき、しかも色度を向上することができるエレクトロルミネッセンス装置及びエレクトロルミネッセンス装置の製造方法、並びにこのエレクトロルミネッセンス装置を備えた電子機器を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明のエレクトロルミネッセンス装置は、発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置において、前記発光層内の発光領域から発光される光の波長に基づいて、該発光層の膜厚が設定されていることを特徴とする。

すなわち、発光層が第1の機能層（例えば正孔注入／輸送層）と第2の機能層（例えば陰極）との間に設けられている場合において、発光層からの光を第1の機能層側から射出させる場合、発光領域から発光された光は、第1の機能層側に直接伝播する光成分である第1の光と、第2の機能層との界面で反射してから第1の機能層側に伝播する光成分である第2の光とに分けられるが、発光層の膜厚に応じて前記第1の光と第2の光との干渉状態が異なる。したがって、発光領域から発光される光の波長に基づいて、発光層の膜厚を最適に設定することにより、第1の光と第2の光とを干渉させて特定波長を増強することができる、色度を向上することができる。

【0007】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置において、前記発光領域から発光される光の2次干渉により該光のうちの特定波長が増強されることを特徴とする。

すなわち、本発明者は、発光領域から発光される光の2次干渉により、発光層から射出される光の特定波長を効果的に増強できるを見出した。そのため、発光領域から発光される光成分である前記第1の光と第2の光とが2次干渉を生じる条件となるように発光層の膜厚を設定することにより色度を大幅に改善できる。また、2次干渉を生じる条件では発光層は厚膜化されるため、素子劣化の促進が抑えられて素子の長寿命化を実現でき、信頼性を向上できる。例えば、膜厚を厚くすることで、同じ輝度を得るための発光層の1分子当たりの発光量を小さくすることができる、換言すれば発光に寄与する分子が分散されるので、素子（発光層）の長寿命化を実現できる。また、発光層の膜厚が薄い場合、この発光層を挟持して発光層に対して電界を印加する陽極と陰極との距離が短くなり、電極間が短絡する可能性が大きくなるが、発光層が厚膜化されることで短絡する可能性を低減できる。

【0008】

10

20

30

40

50

この場合において、前記発光層の屈折率に応じた該発光層の膜厚方向における光学距離と前記波長とに基づいて、前記膜厚が設定されている。

ここで、発光層の光学距離  $L_a$  は、発光層の屈折率を  $n$ 、発光層の膜厚を  $d$  とした場合、 $L_a = d \times n \dots (1)$

となる。したがって、光学距離  $L_a$  と発光層から発光される光の波長  $\lambda$  とに基づいて実際の膜厚  $d$  を設定することにより、第1の光と第2の光との干渉状態を最適化できる。そして、例えば発光領域が発光層と前記第1の機能層との界面近傍に設定されている場合、前記第1の光と第2の光とが干渉して光強度を増強するための条件は、

$$L_a = ((2m+1)/4) \lambda \quad (\text{但し、} m=0、1、2、\dots) \dots (2)$$

であって、 $m=0$  のとき1次干渉が生じ、 $m=1$  のとき2次干渉が生じる。

【0009】

この場合において、前記発光領域から青色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が150～210nmの範囲に設定されていることが好ましく、更に好ましくは、180～200nmに設定されていることが好ましい。これにより、青色発光光の色度を大幅に向上することができる。

【0010】

同様に、前記発光領域から緑色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が170～230nmの範囲に設定されていることが好ましく、更に好ましくは、190～210nmに設定されていることが好ましい。該膜厚条件を満足することにより、緑色発光光の色度を大幅に向上することができる。

【0011】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置において、前記発光領域から発光される光の波長に対して、前記発光層から射出される光の波長を補正するように、前記膜厚が設定されていることを特徴とする。

本発明によれば、発光層の膜厚を調整することで、発光領域から発光される光の波長に対して、発光層から射出される光の波長を補正することができ、これにより目標色度を有する発光光を得ることができる。例えば、所望の色が赤色である場合にも係わらず、発光層形成材料特性に起因して発光領域から発光される光の色が例えば所望の色度を有する赤色でない場合（すなわち、純度の低い赤色である場合）であっても、膜厚を調整して第1の光と第2の光との干渉状態を調整し、干渉後のピーク波長（スペクトル）を補正することにより、発光層から射出される発光光の色を最適化することができる。

【0012】

したがって、前記発光領域から赤色の光が発光される場合、該発光層の膜厚が120～200nmの範囲に設定されていることにより、純度の高い色度を有する発光色を得ることができる。

【0013】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法は、発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置の製造方法において、前記発光層内の発光領域から発光される光の波長に基づいて、該発光層の膜厚を設定することを特徴とする。

本発明によれば、発光層の膜厚を調整するといった簡易な方法により、発光層から発光される光の色度を低コストで向上することができる。

この場合において、発光層を含む各機能層を形成するために、例えば液滴吐出法（インクジェット法）を採用することができる。液滴吐出法は、液滴吐出装置の吐出ヘッドより液体材料を吐出することでパターン形成する方法である。ここで、液滴吐出装置の吐出ヘッドはインクジェットヘッドを含む。インクジェット方式としては、圧電体素子の体積変化により流動体を吐出させるピエゾジェット方式であっても、エネルギー発生素子として電気熱変換体を用いた方式であってもよい。なお、液滴吐出装置としてはディスペンサー装置でもよい。また、液体材料とは、吐出ヘッドのノズルから吐出可能な粘度を備えた媒体をいう。水性であると油性であるを問わない。ノズル等から吐出可能な流動性（粘度）を備えていれば十分で、固体物質が混入していても全体として流動体であればよい。また

、液体材料に含まれる固体物質は融点以上に加熱されて溶解されたものでも、溶媒中に微粒子として分散させたものでもよく、溶媒の他に染料や顔料その他の機能性材料を添加したものであってもよい。

もちろん、発光層を含む機能層を形成する際には、スピンコート法などの任意のコーティング方法などを用いることもできる。

#### 【0014】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置において、前記発光領域から発光される光の2次干渉により該光のうちの特定波長を増強するように前記膜厚を設定することとを特徴とする。

本発明によれば、発光領域から発光される光成分である前記第1の光と第2の光とが2次干渉を生じる条件となるように発光層の膜厚を設定することによって、色度を大幅に改善できる。

#### 【0015】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法において、前記発光層の屈折率に応じた該発光層の膜厚方向における光学距離と前記波長とに基づいて、前記膜厚を設定することを特徴とする。

本発明によれば、光学距離 $L$ と発光層から発光される光の波長 $\lambda$ とに基づいて実際の膜厚 $d$ を設定することにより、前記第1の光と第2の光との干渉状態を最適化できる。

#### 【0016】

本発明のエレクトロルミネッセンス装置の製造方法において、前記膜厚を調整し、前記発光領域から発光される光の波長に対して、前記発光層から射出される光の波長を補正することとを特徴とする。

本発明によれば、膜厚を調整して前記第1の光と第2の光との干渉状態を調整し、干渉後のピーク波長（スペクトル）を補正することにより、発光層から射出される発光光の色を最適化することができる。

#### 【0017】

本発明の電子機器は、上記記載のエレクトロルミネッセンス装置を備えることを特徴とする。

本発明によれば、純度の高い色度の発光光を射出でき、厚膜化された発光層を有するエレクトロルミネッセンス装置が採用されるため、発光特性及び寿命特性に優れた電子機器を提供することができる。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明のエレクトロルミネッセンス装置について図面を参照しながら説明する。図1は本発明のエレクトロルミネッセンス装置の一実施形態を示す概略構成図である。以下の説明ではエレクトロルミネッセンス（EL；electroluminescence）装置を適宜「EL装置」と称する。また、以下の説明では、EL装置として、発光層からの発光光を基板側から取り出す形態である所謂「ボトムエミッション型」のEL装置を例にして説明する。

#### 【0019】

図1において、EL装置1は、基板2と、基板2の一方の面側に設けられた有機EL素子である発光素子3とを備えている。本実施形態において、発光素子3は、基板2上に設けられた陽極4と、陽極4上に設けられた正孔注入／輸送層5と、正孔注入／輸送層5上に隣接して設けられた発光層6と、発光層6上に隣接して設けられた陰極7とを備えており、正孔注入／輸送層5及び発光層6は2つの電極である陽極4及び陰極7の間に設けられた構成となっている。更に、EL装置1は、陽極4及び陰極7を介して発光素子3（発光層6）に所定値の電界を印加する制御装置CONTを備えている。

#### 【0020】

正孔注入／輸送層5及び発光層6は有機エレクトロルミネッセンス材料により形成されている。基板2はガラス等を形成材料とし発光層6から発光する光に対して透過性を有する

10

20

30

40

50

透明基板であり、陽極４はインジウム錫酸化物（ITO: Indium Tin Oxide）等を形成材料とし発光層６から発光する光に対して透過性を有する透明電極である。一方、陰極７はアルミニウム（Al）やマグネシウム（Mg）、金（Au）、銀（Ag）等の金属を形成材料とし発光層６から発光する光に対して反射性を有する反射電極である。また、陰極７と発光層６との間にフッ化リチウム（LiF）やカルシウム（Ca）等を設けることができる。上述したように、本実施形態におけるＥＬ装置１は、発光層６から発光した光を陽極４及び基板２を介してＥＬ装置１外部に取り出す形態である所謂「ボトムエミッション型」のＥＬ装置である。

#### 【００２１】

ＥＬ装置１において、制御装置ＣＯＮＴにより陽極４及び陰極７を介して発光素子３に所定値の電界、ここでは所定値の電圧が印加されると、陽極４から正孔注入／輸送層５を介して発光層６に正孔が注入されるとともに、陰極７から発光層６に電子が注入される。そして、陽極４側から注入された正孔と陰極７側から注入された電子とが発光層６内で再結合し、再結合した際に発生するエネルギーにより発光層６内における周囲の分子が励起され、励起状態の励起分子が基底状態に失活する際の差分エネルギーが光として放出される。そのため、発光層６内における正孔と電子との再結合領域が発光層６の発光領域８である。このように、発光領域８は発光層６の膜厚方向における一部の領域である。

#### 【００２２】

発光層６の膜厚 $d$ は発光領域８から発光される光の波長 $\lambda$ に基づいて設定されている。具体的には、発光層６の膜厚 $d$ は発光領域８から発光される光のうち、後述する第１の光 $L_1$ 及び第２の光 $L_2$ が２次干渉する条件に設定されている。そして、発光領域８から発光される光（第１、第２の光）の２次干渉により特定波長が増強されて基板２側に射出されるようになっている。

#### 【００２３】

なお、発光領域８の位置は発光層６に印加する電界の強さに応じて変化する。そこで、制御装置ＣＯＮＴは、発光領域８の位置を電界で制御する。ここでは、制御装置ＣＯＮＴは発光層６に印加する電圧の値を変化させることで発光領域８の位置を制御する。一方、制御装置ＣＯＮＴは発光層６に印加する電流の値を変化させることで発光領域８の位置を制御することもできる。陽極４側から注入される正孔の移動度（移動速度）と陰極７側から注入される電子の移動度とは発光層６内において異なる挙動を示すとともに、正孔及び電子の電圧（電界）に対する応答性も異なる。したがって、発光層６に印加する電圧（あるいは電流）の値を変化させることで、陽極４側から注入された正孔と陰極７側から注入された電子とが発光層６内において再結合する膜厚方向での位置が変化するため、電圧の値を調整することで発光領域８の位置を容易に制御できる。例えば、発光層６（発光素子３）に印加する電圧値を小さくすることにより、制御装置ＣＯＮＴは発光領域８を陽極４側にシフトすることができ、一方、印加する電圧値を大きくすることにより発光領域８を陰極７側にシフトすることができる。このように、印加する電圧を調整することで発光領域８の発光層６の膜厚方向における位置を設定することができる。また、発光層６（発光素子３）に対して印加する電流値を小さくすることにより、発光層６内の発光領域８を陽極４側にシフトすることができ、一方、電流値を大きくすることにより発光領域８を陰極７側にシフトすることができる。

#### 【００２４】

図２は、発光層６の発光領域８から発光する光の干渉状態を説明するための模式図である。以下の説明では、発光領域８は発光層６と正孔注入／輸送層５との界面９近傍に存在しているものとする。

図２に示すように、発光領域８から射出した光は、直接基板２側（正孔注入／輸送層５側）に射出する光成分と、陰極７側（界面１０）で反射してから基板２側に射出する光成分とに分けられる。以下の説明において、発光領域８の所定の位置から基板２側に直接射出する光を「第１の光 $L_1$ 」、陰極７側で反射してから基板２側に射出する光を「第２の光 $L_2$ 」と称する。そして、発光領域８から発光して基板２側から射出する光は、第１の光

10

20

30

40

50



Ｌ１と第２の光Ｌ２との干渉状態に応じて異なるスペクトルを示す。つまり、第１、第２の光Ｌ１、Ｌ２のそれぞれは基板２側から射出されるまでに発光層６を含む各機能層（正孔注入／輸送層５や陽極４）を伝播するが、発光層６の膜厚ｄに応じて、第１、第２の光Ｌ１、Ｌ２の発光層６内を進行するそれぞれの距離（ここでは、第２の光Ｌ２が発光層６を進行する距離）が変化する。したがって、基板２側から射出する第１、第２の光Ｌ１、Ｌ２の互いの位相は発光層６の膜厚ｄに応じて変化し、これにより基板２側から射出する際の第１、第２の光Ｌ１、Ｌ２の干渉状態（発光状態）も発光層６の膜厚ｄに応じて変化する。

#### 【００２５】

したがって、発光層６（発光素子３）に電界を印加した際に発光層６から射出される光であるエレクトロルミネッセンス光（ＥＬ光）のＥＬスペクトルは発光層６の膜厚ｄに応じて変化する。例えば、図３に示すように、発光層６の膜厚ｄが $d_1$ の場合には、 $\lambda_1$ がピーク波長であってスペクトル幅も比較的狭いＥＬスペクトルＳＰａが得られる。一方、膜厚ｄが $d_1$ と異なる $d_2$ である場合には、ピーク波長は $\lambda_1$ と異なる $\lambda_2$ となってスペクトル幅も僅かに拡がり、ピーク強度も僅かに小さいＥＬスペクトルＳＰｂが得られる。更に、膜厚ｄが $d_3$ になると、ピーク波長が $\lambda_3$ となってスペクトル幅も比較的大きくなるとともにピーク強度も低下するＥＬスペクトルＳＰｃが得られる。

#### 【００２６】

例えば、発光層６が青色（Ｂ）発光層であり、発光領域８から発光する光の波長 $\lambda$ が $\lambda_1$ （例えば４５０ｎｍ）である場合において、膜厚 $d_1 = 60$ ｎｍである場合、得られるＥＬスペクトルは発光領域８から発光する光とほぼ同等のスペクトル（色）となる。一方、膜厚を厚くして $d_2 = 80$ ｎｍとした場合、得られるＥＬスペクトルのピーク波長 $\lambda_2$ は目標波長 $\lambda_1$ （すなわち４５０ｎｍ）より大きくなってしまふ。同様に、 $d_3 = 100$ ｎｍとした場合、得られるＥＬスペクトルのピーク波長 $\lambda_3$ は目標波長 $\lambda_1$ に対して更に異なる値を示す。このように、膜厚 $d$ を厚くしていくことにより発光層６からの発光光のピーク波長は目標波長（ $\lambda_1$ ）と異なる値を示すとともにスペクトル幅も広くなり（ブロードバンド化し）、所望の色（波長 $\lambda_1$ に相当する色）を得られなくなる。

#### 【００２７】

なお、発光領域８から発光される光のスペクトル（色）、すなわちピーク波長 $\lambda_1$ を求める際には、発光層６のフォトルミネッセンス（ＰＬ）を測定することに求めることができる。具体的には、可視光より短波長で高エネルギーな例えば紫外線光を測定光として発光層６に照射する。ここで、発光層６に測定光を照射する際には、発光層６を基板２上に設けて電極４、７で挟む必要は無く（発光素子３とする必要は無く）、発光層形成材料に直接測定光を照射する構成とすることができる。この照射した測定光（紫外線光）のエネルギーに基づいて発光層６から発光が生じる。そして、測定光を照射したことにより発光層６から発光する光であるフォトルミネッセンス光（ＰＬ光）の光情報として発光波長と発光強度との関係であるＰＬスペクトルを測定することにより発光領域８から発光される光の情報（スペクトル）を求めることができる。例えば発光層６を青色発光層とした場合、波長 $\lambda_1$ （４５０ｎｍ近傍）がＰＬスペクトルのピーク波長である。このとき、ＰＬスペクトルは発光層６を形成する形成材料固有のスペクトルを示す。

#### 【００２８】

ところが、発光層６を更に厚膜化して膜厚 $d$ を $d_4$ （例えば１９０ｎｍ）に設定することにより、測定されるＥＬスペクトルＳＰｄのピーク波長はほぼ $\lambda_1$ となり、しかもスペクトル幅も狭くなってピーク強度も増強されることを見出した。この膜厚 $d_4$ は、発光領域８から発光される光の第１の光Ｌ１と第２の光Ｌ２とが２次干渉する条件を満足する膜厚である。そして、発光領域８から発光される第１の光Ｌ１と第２の光Ｌ２との２次干渉により特定波長（目標波長） $\lambda_1$ が増強される。

#### 【００２９】

ここで、発光層６の屈折率を $n$ 、発光層６の膜厚を $d$ とした場合、発光領域８の位置（この場合界面９）と第２の光Ｌ２が反射する界面１０との光学距離 $L_a$ は、

10

20

30

40

50

$$L a = d \times n \quad \cdots (1)$$

である。また、界面9近傍から発光する第1の光L1と第2の光L2とが干渉する条件は、界面10の反射での位相回りを考慮して、

$$L a = ((2m+1)/4) \lambda \quad (\text{但し、} m=0, 1, 2, \cdots) \quad \cdots (2)$$

となる。そして、 $m=0$ のとき第1、第2の光L1、L2が1次干渉し、 $m=1$ のとき第1、第2の光L1、L2が2次干渉する。そして、本実施形態では、発光層6の膜厚dを、2次干渉を発生させる条件を満足する膜厚である $d_4$ としたことにより、特定波長 $\lambda_1$ を増強することができる。そしてこの場合、図3のELスペクトル測定結果から分かるように、2次干渉で得られる発光光の色度のほうが1次干渉で得られる発光光の色度より高純度である。

#### 【0030】

一例として、発光層6が青色(B)発光層であって、この発光層6の屈折率 $n=1.7$ 、発光領域8から発光される光のピーク波長 $\lambda_1=450\text{nm}$ である場合、上記(1)、(2)式より膜厚dは約198nmに設定することが望ましい。

#### 【0031】

したがって、発光層6が青色(B)発光層であって、発光領域8から青色の光(例えば約450nm)が発光される場合、該発光層6の膜厚は150~210nmの範囲に設定されていることが好ましく、更に好ましくは、180~200nmに設定されていることが好ましい。これにより、青色発光光の色度を大幅に向上することができる。

#### 【0032】

同様に、発光層6が緑色(G)発光層であって、発光領域8から緑色の光(例えば約520nm)が発光される場合、該発光層6の膜厚は170~230nmの範囲に設定されていることが好ましく、更に好ましくは、190~210nmに設定されていることが好ましい。該膜厚条件を満足することにより、緑色発光光の色度を大幅に向上することができる。

#### 【0033】

ところで、本実施形態では、2次干渉状態を生成して発光光の色度を最適化するものであるが、発光領域8から発光される光の波長に対して、発光層6から射出する光の波長を補正するように膜厚dを設定するようにしてもよい。例えば、発光層6が赤色(R)発光層である場合において、所望の色が所望の色度を有する赤色である場合にも係わらず、発光層形成材料特性に起因して発光領域8から発光される光の色が前記所望の色度を有する赤色でない場合(例えば純度の低い赤色である場合)がある。つまり、図3に示したように、赤色発光領域8から発光される光が所望の色度とは異なる色度に対応するピーク波長 $\lambda_1$ を有している場合において、所望の色度に対応するピーク波長が $\lambda_2$ である場合がある。この場合、膜厚dを調整して第1の光とL1と第2の光L2との干渉状態を調整することにより、ELスペクトルSPbとなる発光光を得ることができる。このように、発光層6の膜厚dを調整することで、発光領域8から発光される光の波長 $\lambda_1$ に対して、発光層6から射出される発光光の波長を例えば $\lambda_2$ に補正することができ、これにより目標色度を有する発光光を得ることができ、色度を最適化できる。

#### 【0034】

したがって、発光領域8から赤色の光が発光される場合、この発光層の膜厚が120~200nmの範囲に設定されていることにより、純度の高い色度を有する発光光を得ることができる。具体的には、発光領域8から色度の純度の低い赤色(例えばオレンジ色)が発光されている場合には、膜厚dを120~200nmに設定することでピーク波長をずらし、発光層6からの発光光を赤色に設定することができる。

#### 【0035】

なお、本実施形態では、第2の光L2は発光層6と陰極7との界面10で反射するように説明したが、陰極7と発光層6との間に電子注入/輸送層が設けられている構成であってもよい。

#### 【0036】

10

20

30

40

50

なお、本実施形態では、発光層 6 からの発光光を基板 2 側から取り出す所謂ボトムエミッション型を例にして説明したが、基板 2 と反対側から取り出す形態である所謂トップエミッション型にも本発明を適用可能である。

#### 【0037】

なお、本実施形態では、2 次干渉状態を生成することで特定波長を増強するようにしているが、3 次、4 次、…、k 次干渉状態を生成するようにしてもよい。すなわち、上記 (2) 式において、 $m = 2, 3, \dots$  とすることができる。一方、3 次、4 次、…、k 次干渉状態とすることにより発光層 6 の膜厚が厚くなるため、発光層 6 に印加する電界（電圧）を大きくしなければならず、消費電力が増大するといった不都合が生じる場合がある。したがって、本実施形態のように、2 次干渉状態とすることによって、過剰な消費電力を必要とすることなく、しかも純度の高い色度を有する発光光を得ることができる。

#### 【0038】

##### <実験例 1>

基板 2 上に薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を設け、この上に ITO からなる陽極 4 を形成し、更に正孔注入／輸送層 5 を形成した。そして、正孔注入／輸送層 5 の上にスピコート法により青色 (B) 発光材料からなる発光層 6 を形成し、更にその上に陰極 7 を形成して封止部材で封止した。ここで、陽極 4 の屈折率は 1.8 であり、正孔注入／輸送層 5 の屈折率は 1.5 であり、発光層 6 の屈折率は 1.7 である。そして、陽極 4 の膜厚を 150 nm、正孔注入／輸送層 5 の膜厚を 55 nm、発光層 6 の膜厚を 190 nm とした。そして、発光光の色度を測定した結果、このときの色度は、図 4 に示す CIE 色度図に示すように、(0.13, 0.14) であった。一方、比較例 1 として、発光層 6 の膜厚を 65 nm とした場合の色度は (0.17, 0.21) であった。なお、その他の条件は実験例 1 と同様である。このように、発光層 6 の膜厚を最適化することにより、色度を改善できた。

#### 【0039】

##### <実験例 2>

基板 2 上に薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を設け、この上に ITO からなる陽極 4 を形成し、更に正孔注入／輸送層 5 を形成した。そして、正孔注入／輸送層 5 の上にスピコート法により緑色 (G) 発光材料からなる発光層 6 を形成し、更にその上に陰極 7 を形成して封止部材で封止した。ここで、陽極 4 の屈折率は 1.8 であり、正孔注入／輸送層 5 の屈折率は 1.5 であり、発光層 6 の屈折率は 1.7 である。そして、陽極 4 の膜厚を 150 nm、正孔注入／輸送層 5 の膜厚を 55 nm、発光層 6 の膜厚を 190 nm とした。そして、発光光の色度を測定した結果、このときの色度は、図 4 に示す CIE 色度図に示すように、(0.37, 0.60) であった。一方、比較例 2 として、発光層 6 の膜厚を 80 nm とした場合の色度は (0.42, 0.557) であった。なお、その他の条件は実験例 2 と同様である。このように、発光層 6 の膜厚を最適化することにより、色度を改善できた。また、素子寿命も約 4 倍に延ばすことができた。

#### 【0040】

##### <実験例 3>

基板 2 上に薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を設け、この上に ITO からなる陽極 4 を形成し、更に正孔注入／輸送層 5 を形成した。そして、正孔注入／輸送層 5 の上にスピコート法により赤色 (R) 発光材料からなる発光層 6 を形成し、更にその上に陰極 7 を形成して封止部材で封止した。ここで、陽極 4 の屈折率は 1.8 であり、正孔注入／輸送層 5 の屈折率は 1.5 であり、発光層 6 の屈折率は 1.7 である。そして、陽極 4 の膜厚を 150 nm、正孔注入／輸送層 5 の膜厚を 55 nm、発光層 6 の膜厚を 190 nm とした。そして、発光光の色度を測定した結果、このときの色度は、図 4 に示す CIE 色度図に示すように、(0.68, 0.30) であった。一方、比較例 3 として、発光層 6 の膜厚を 80 nm とした場合の色度は (0.62, 0.33) であった。なお、その他の条件は実験例 3 と同様である。このように、発光層 6 の膜厚を最適化することにより、色度を改善できた。

10

20

30

40

50

## 【0041】

## ＜有機EL装置の具体例＞

以下、EL装置の具体的な構成例について図5を参照しながら説明する。

図5において、EL装置1は、光を透過可能な基板（光透過層）2と、基板2の一方の面側に設けられ一対の電極（陽極4及び陰極7）に挟持された有機エレクトロルミネッセンス材料からなる発光層（EL層）6と正孔注入／輸送層5とからなる有機EL素子3が封止素子3と、基板2の一方の面側に設けられ、陽極4に接続するスイッチング素子としての薄膜トランジスタTFTと、封止基板12とを有している。発光層6は赤色（R）、緑色（G）、及び青色（B）の3色の発光層により構成されている。また、封止基板12と基板2とは接着層で接着されており、封止基板12及び接着層により有機EL素子3が封止されている。ここで、図5に示す有機EL装置1は発光層6からの発光を基板2側から装置外部に取り出す形態（ボトムエミッション型、基板側発光型）である。

## 【0042】

基板2の形成材料としては、光を透過可能な透明あるいは半透明材料、例えば、透明なガラス、石英、サファイア、あるいはポリエステル、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリエーテルケトンなどの透明な合成樹脂などが挙げられる。特に、基板2の形成材料としては、安価なガラスが好適に用いられる。

## 【0043】

陽極4は、インジウム錫酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）等からなる透明電極であって光を透過可能である。正孔注入／輸送層5は、例えば、高分子系材料として、ポリチオフェン、ポリスチレンスルホン酸、ポリピロール、ポリアニリン及びこの誘導体などが例示される。また、低分子系材料を使用する場合は、正孔注入層と正孔輸送層を積層して形成するのが好ましい。その場合、正孔注入層の形成材料としては、例えば銅フタロシアニン（CuPc）や、ポリテトラヒドロチオフェニルフェニレンであるポリフェニレンビニレン、1，1-ビス（4-N，N-ジトリルアミノフェニル）シクロヘキサン、トリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム等が挙げられるが、特に銅フタロシアニン（CuPc）を用いるのが好ましい。また、正孔輸送層としては、トリフェニルアミン誘導体（TPD）、ピラゾリン誘導体、アリアルアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体等からなる。具体的には、特開昭63-70257号、同63-175860号公報、特開平2-135359号、同2-135361号、同2-209988号、同3-37992号、同3-152184号公報に記載されているもの等が例示されるが、トリフェニルジアミン誘導体が好ましく、中でも4，4'-ビス（N（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ）ピフェニルが好適とされる。なお、正孔輸送層または正孔注入層のいずれか一方を形成してもよい。

## 【0044】

発光層6の形成材料としては、高分子発光体や低分子の有機発光色素、すなわち各種の蛍光物質や燐光物質などの発光物質が使用可能である。発光物質となる共役系高分子の中ではアレーレンビニレン又はポリフルオレン構造を含むものなどが特に好ましい。低分子発光体では、例えばナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ペリレン誘導体、ポリメチン系、キサテン系、クマリン系、シアニン系などの色素類、8-ヒドロキシリンおよびその誘導体の金属錯体、芳香族アミン、テトラフェニルシクロペンタジエン誘導体等、または特開昭57-51781、同59-194393号公報等に記載されている公知のものが使用可能である。陰極7はカルシウム（Ca）、アルミニウム（Al）やマグネシウム（Mg）、金（Au）、銀（Ag）等からなる金属電極が好ましい。

## 【0045】

なお、陰極7と発光層6との間に、必要に応じて電子輸送層や電子注入層を設けてもよい。電子輸送層の形成材料としては、特に限定されることなく、オキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタンおよびその誘導体、ベンゾキノロンおよびその誘導体、ナフトキノロンおよびその誘導体、アントラキノロンおよびその誘導体、テトラシアノアンスラキノジメタンおよびその誘導体、フルオレノン誘導体、ジフェニルジシアノエチレンおよびその誘導

体、ジフェノキノロン誘導体、8-ヒドロキシキノリンおよびその誘導体の金属錯体等が例示される。具体的には、先の正孔輸送層の形成材料と同様に、特開昭63-70257号、同63-175860号公報、特開平2-135359号、同2-135361号、同2-209988号、同3-37992号、同3-152184号公報に記載されているもの等が例示され、特に2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、ペンゾキノロン、アントラキノロン、トリス(8-キノリノール)アルミニウムが好適とされる。

#### 【0046】

封止基板12としては、例えばガラス基板を用いるが、透明でガスバリア性に優れていれば例えば、プラスチック、プラスチックのラミネートフィルム、ラミネート成型基板等のガラス基板以外の部材、またはガラスのラミネートフィルム等を用いてもよい。また、保護層として紫外線を吸収する部材を用いることも好ましい。

#### 【0047】

図示はしないが、本実施形態の有機EL装置1はアクティブマトリクス型であり、実際には複数のデータ線と複数の走査線とが格子状に基板2に配置される。そして、データ線や走査線に区画されたマトリクス状に配置された各画素毎に、スイッチングトランジスタやドライビングトランジスタ等の駆動用TFTを介して上記の有機EL素子3が接続されている。そして、データ線や走査線を介して駆動信号が供給されると電極間に電流が流れ、有機EL素子3の発光層6が発光して基板2の外面側に光が射出され、その画素が点灯する。

#### 【0048】

図6に示す有機EL装置1は、発光層6からの発光を基板2と反対側(封止基板12側)から装置外部に取り出す形態(トップエミッション型、封止側発光型)の有機EL装置である。トップエミッション型の有機EL装置においては、基板2は不透明であってもよく、その場合、アルミナ等のセラミック、ステンレス等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したもので、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などを用いることができる。また、陽極4は、カルシウム(Ca)、アルミニウム(Al)やマグネシウム(Mg)、金(Au)、銀(Ag)等からなる金属電極が好ましい。これら金属電極は発光層6からの発光光に対して反射性を有しており、発光層6からの発光光を封止基板12側に反射する。また、陰極7は、ITO等の透明電極により形成される。

#### 【0049】

上記発光層6を含む機能層は液滴吐出法(インクジェット法)を用いて形成することができる。液滴吐出法を用いて機能層を形成する際には、該機能層が形成されるべき領域に開口部13を有するバンク14が形成される。そして、液滴吐出装置の吐出ヘッドより、前記機能層形成用材料を含む液体材料がバンク14の開口部13に対して吐出されることにより、所定の位置に機能層が形成される。

#### 【0050】

ここで、液滴吐出装置の吐出ヘッドはインクジェットヘッドを含む。インクジェット方式としては、圧電体素子の体積変化により流動体を吐出させるピエゾジェット方式であっても、エネルギー発生素子として電気熱変換体を用いた方式であってもよい。なお、液滴吐出装置としてはディスペンサー装置でもよい。また、液体材料とは、吐出ヘッドのノズルから吐出可能な粘度を備えた媒体をいう。水性であるか油性であるかを問わない。ノズル等から吐出可能な流動性(粘度)を備えていれば十分で、固体物質が混入していても全体として流動体であればよい。また、液体材料に含まれる固体物質は融点以上に加熱されて溶解されたものでも、溶媒中に微粒子として分散させたものでもよく、溶媒の他に染料や顔料その他の機能性材料を添加したものであってもよい。

#### 【0051】

図7は本実施形態に係る電気光学装置を、有機エレクトロルミネッセンス素子を用いたアクティブマトリクス型の表示装置(電気光学装置)に適用した場合の一例を示すものである。回路図である図7に示すように、基板上に、複数の走査線131と、これら走査線1

10

20

30

40

50

31に対して交差する方向に延びる複数の信号線132と、これら信号線132と並列に延びる複数の共通給電線133とがそれぞれ配線されたもので、走査線131及び信号線132の各交点毎に、画素（画素領域素）ARが設けられて構成されたものである。

【0052】

信号線132に対しては、シフトレジスタ、レベルシフト、ビデオライン、アナログスイッチを備えるデータ線駆動回路390が設けられている。

一方、走査線131に対しては、シフトレジスタ及びレベルシフトを備える走査線駆動回路380が設けられている。また、画素領域ARの各々には、走査線131を介して走査信号がゲート電極に供給される第1のトランジスタ322と、この第1のトランジスタ322を介して信号線132から供給される画像信号を保持する保持容量capと、保持容量capによって保持された画像信号がゲート電極に供給される第2のトランジスタ324と、この第2のトランジスタ324を介して共通給電線133に電気的に接続したときに共通給電線133から駆動電流が流れ込む画素電極（陽極）4と、この画素電極4と対向電極（陰極）7との間に挟み込まれる発光層6とが設けられている。

【0053】

このような構成のもとに、走査線131が駆動されて第1のトランジスタ322がオンとなると、そのときの信号線132の電位が保持容量capに保持され、該保持容量capの状態に応じて、第2のトランジスタ324の導通状態が決まる。そして、第2のトランジスタ324のチャネルを介して共通給電線133から画素電極4に電流が流れ、さらに発光層6を通じて対向電極7に電流が流れることにより、発光層6はこれを流れる電流量に応じて発光するようになる。

【0054】

<電子機器>

次に、上述のエレクトロルミネッセンス装置を備えた電子機器の例について説明する。図8は上述した実施形態に係る表示装置を備えたモバイル型のパーソナルコンピュータ（情報処理装置）の構成を示す斜視図である。同図において、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、上述したエレクトロルミネッセンス表示装置1106を備えた表示装置ユニットとから構成されている。このため、発光効率がよく明るい表示部を備えた電子機器を提供することができる。

【0055】

なお、上述した例に加えて、他の例として、携帯電話、腕時計型電子機器、液晶テレビ、ビューファインダ型やモニタ直視型のビデオテーブルレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、電子ペーパー、タッチパネルを備えた機器等が挙げられる。本発明の電気光学装置は、こうした電子機器の表示部としても適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエレクトロルミネッセンス装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】発光領域から発光する光の干渉状態を説明するための模式図である。

【図3】発光層の膜厚に応じたELスペクトルを示す模式図である。

【図4】実験結果を示す色度図である。

【図5】有機エレクトロルミネッセンス装置の一例を示す概略構成図である。

【図6】有機エレクトロルミネッセンス装置の一例を示す概略構成図である。

【図7】アクティブマトリクス型の表示装置を示す回路図である。

【図8】本実施形態のエレクトロルミネッセンス装置を備えた電子機器の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 1…エレクトロルミネッセンス装置、2…基板（機能層）、
- 3…発光素子（有機EL素子）、4…陽極（電極、機能層）、
- 5…正孔注入／輸送層（機能層）、6…発光層、7…陰極（電極、機能層）、
- 8…発光領域、9…界面、10…界面、CONT…制御装置

10

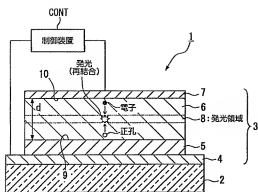
20

30

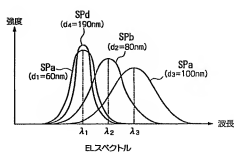
40

50

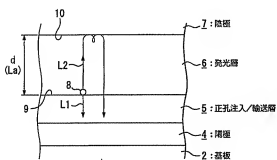
【図 1】



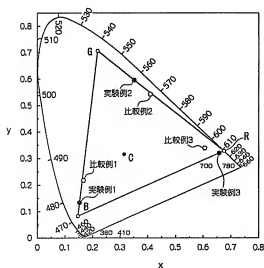
【図 3】



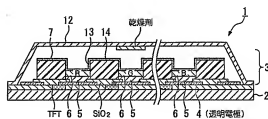
【図 2】



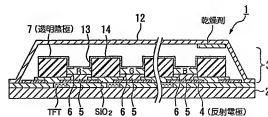
【図 4】



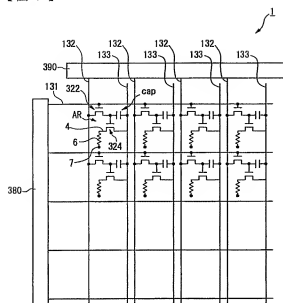
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

